

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-113266

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl.

G01C 3/06

G01C 3/22

G01S 15/42

G01S 17/46

(21)Application number : 07-275554

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 24.10.1995

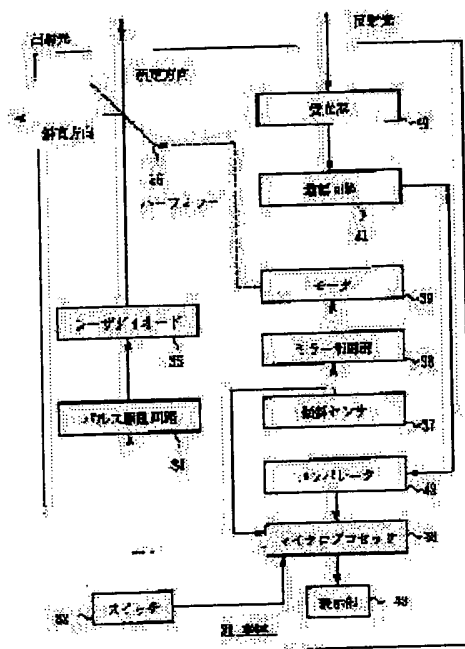
(72)Inventor : MIYATA MASASHI

## (54) DISTANCE MEASURING INSTRUMENT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a distance measuring instrument which can easily, quickly, and indirectly measure the distance between the reflecting point of measurement waves and a point immediately below the instrument by detecting the distance to the reflecting point and the angle between the vertical direction and the transmitting direction of the measurement waves and calculating the horizontal distance from the distance and angle.

**SOLUTION:** An inclination sensor 37 detects the inclined angle  $\theta$  of the emitting direction of pulsed light from the vertical direction and a mirror control section 38 calculates the rotational angle  $\theta/2$  of a half mirror 36 and rotates the mirror 36 by an angle of  $\theta/2$  on the basis of the vertical direction. The pulsed light emitted from a laser diode 35 is split into transmitted light and reflected light by the mirror 36 and the transmitted light and reflected light are respectively emitted in a prescribed direction and the vertical direction and indicate a reference point for measurement. The emitted pulsed light is received by means of a photoreceptor 40 and converted into a light receiving timing signal by means of a comparator 42 after amplification 41. A microprocessor 33 calculates the distance to the reflecting point from the time until the light receiving timing signal is received after the pulsed light is emitted and the horizontal distance by fetching the inclined angle and displays 43 the horizontal distance.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Distance measuring equipment characterized by providing the following. A transmitting means to transmit a measurement wave in the predetermined direction. A receiving means to receive the aforementioned measurement wave which returns [ aforementioned ] from predetermined. A range-measurement means to measure the distance to the reflective spot of the aforementioned measurement wave located in the aforementioned predetermined direction based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns [ aforementioned ] from predetermined. A distance calculation means to compute the horizontal distance from the reflective spot of the aforementioned measurement wave to the point directly under equipment based on the angle theta detected by angle detection means to detect the angle theta which the perpendicular direction and the transmit direction of the aforementioned measurement wave make, and the distance to the reflective spot of the aforementioned measurement wave and the aforementioned angle detection means.

[Claim 2] Distance measuring equipment according to claim 1 characterized by providing the following. The one-way mirror arranged free [ rotation in the position where the laser beam which is the aforementioned measurement wave is irradiated ]. The one-way mirror mechanical component which the angle theta detected by the aforementioned angle detection means is incorporated [ mechanical component ], and the aforementioned one-way mirror is rotated [ mechanical component ] to angle theta / 2 on the basis of the perpendicular direction, and branches the laser beam which is the aforementioned measurement wave in the predetermined direction and the perpendicular direction.

[Claim 3] Distance measuring equipment characterized by providing the following. The 1st transmitting means which transmits a measurement wave in the predetermined direction. The 2nd transmitting means which is arranged free [ rotation ] and transmits a measurement wave. A load means to turn the transmit direction of the transmitting means of the above 2nd in the perpendicular direction. A receiving means to receive the aforementioned measurement wave which returns [ aforementioned ] from predetermined, and the aforementioned measurement wave which returns [ aforementioned ] from it being perpendicular, respectively. Based on the measurement wave propagation delay which returns [ aforementioned ] from predetermined, the distance L1 to the "1st reflective spot" located in the aforementioned predetermined direction is measured. A range-measurement means to measure the height L2 of the equipment which is the distance to the "2nd reflective spot" located in the aforementioned perpendicular direction based on the measurement wave propagation delay which returns [ aforementioned ] from it being perpendicular. A distance calculation means to incorporate the distance L1 to the 1st reflective spot of the aforementioned predetermined direction, and the height L2 of the aforementioned equipment, and to compute the horizontal distance L3 from the 1st reflective spot of the aforementioned predetermined direction to the 2nd reflective spot of the aforementioned perpendicular direction based on horizontal distance  $L3 = (L1^2 - L2^2)^{1/2}$ .

[Claim 4] Distance measuring equipment characterized by providing the following. A transmitting means to transmit a measurement wave in the 2nd direction predetermined angle thetaa Distant from the 1st direction and 1st direction of the above. The aforementioned measurement wave which returns from the 1st direction of the above. A receiving means to receive the aforementioned

measurement wave which returns from the 2nd direction of the above, respectively. Based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction of the above, the distance  $L_4$  to the "1st reflective spot" located in the 1st direction of the above is measured. And a range-measurement means to measure the distance  $L_5$  to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction of the above based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 2nd direction of the above. It is based on distance  $L_6 = (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos\theta_{\text{taa}})^{1/2}$  using the aforementioned predetermined angle  $\theta_{\text{taa}}$ , the aforementioned distance  $L_4$ , and the aforementioned distance  $L_5$ . A distance calculation means to compute the distance  $L_6$  from the 1st reflective spot of the measurement wave of the 1st direction of the above to the 2nd reflective spot of the measurement wave of the 2nd direction of the above. [Claim 5] Distance measuring equipment characterized by providing the following. A transmitting means to transmit a measurement wave in the 2nd direction predetermined angle  $\theta_{\text{taa}}$  Distant from the 1st direction and 1st direction of the above. The aforementioned measurement wave which returns from the 1st direction of the above. A receiving means to receive the aforementioned measurement wave which returns from the 2nd direction of the above, respectively. Based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction of the above, the distance  $L_4$  to the "1st reflective spot" located in the 1st direction of the above is measured. And a range-measurement means to measure the distance  $L_5$  to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction of the above based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 2nd direction of the above. It is based on horizontal distance  $L_7 = [L_4 - L_5 \cdot \cos\theta_{\text{taa}}]$ , and  $L_4 / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos\theta_{\text{taa}})^{1/2}$  using the aforementioned predetermined angle  $\theta_{\text{taa}}$ , the aforementioned distance  $L_4$ , and the aforementioned distance  $L_5$ . A distance calculation means to compute the horizontal distance  $L_7$  from the 1st reflective spot of the measurement wave of the 1st direction of the above to the point directly under equipment.

[Claim 6] Distance measuring equipment characterized by providing the following. A transmitting means to transmit a measurement wave in the 2nd direction predetermined angle  $\theta_{\text{taa}}$  Distant from the 1st direction and 1st direction of the above. The aforementioned measurement wave which returns from the 1st direction of the above. A receiving means to receive the aforementioned measurement wave which returns from the 2nd direction of the above, respectively. Based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction of the above, the distance  $L_4$  to the "1st reflective spot" located in the 1st direction of the above is measured. And a range-measurement means to measure the distance  $L_5$  to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction of the above based on the aforementioned measurement wave propagation delay which returns from the 2nd direction of the above. A distance calculation means to compute the height  $L_8$  from the point directly under equipment to equipment based on height  $L_8 = L_4 \cdot L_5 \cdot \sin\theta_{\text{taa}} / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos\theta_{\text{taa}})^{1/2}$  using the aforementioned predetermined angle  $\theta_{\text{taa}}$ , the aforementioned distance  $L_4$ , and the aforementioned distance  $L_5$ .

[Claim 7] It is the distance measuring equipment which is equipped with the one-way mirror arranged so that the laser beam which is the aforementioned measurement wave may be branched in the 1st direction of the above, and the 2nd direction of the above in the position where the laser beam whose aforementioned transmitting means is the aforementioned measurement wave in distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6 is irradiated, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 8] It is the distance measuring equipment which equips the angle which reflects the mirror arranged free [ rotation ] in the position where the laser beam whose aforementioned transmitting means is the aforementioned measurement wave in distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6 is irradiated, and the laser beam which is the aforementioned measurement wave in the 1st direction of the above, and the 2nd direction of the above with the mirror mechanical component which drives the aforementioned mirror one by one, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 9] It sets to distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6, and is the aforementioned transmitting means. Distance measuring equipment which is equipped with the 1st transmitting means which transmits the aforementioned measurement wave in the 1st direction of the

above, and the 2nd transmitting means which transmits the aforementioned measurement wave in the 2nd direction of the above, and is characterized by the bird clapper.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the distance measuring equipment which measures distance, such as horizontal distance, indirectly especially about the distance measuring equipment which transmits a measurement wave and measures distance based on the returning measurement wave propagation delay.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, a laser beam is irradiated and the distance measuring equipment which measures the horizontal distance to a desired point is known based on the propagation delay of the reflected wave. Drawing 11 is drawing showing measurement of the horizontal distance which used this kind of equipment. In drawing 11 (1), when measuring the horizontal distance to the point of the request on the ground, or a floor and other bases, an operating personnel turns distance measuring equipment 51 in the measurement direction, and arranges it on a base.

[0003] Next, an operating personnel arranges a reflector 52 at a desired point. Distance measuring equipment 51 turns a laser beam to a reflector 52 in this state, it irradiates, and the horizontal distance from a reflector 52 to distance measuring equipment 51 is measured. Moreover, in drawing 11 (2), when measuring holding distance measuring equipment 51 in arbitrary height, an operating personnel turns distance measuring equipment 51 in the measurement direction, and holds it to a tripod etc.

[0004] Next, on the point of a request of a reflector 52, it fixes to the same height as distance measuring equipment 51, and an operating personnel measures horizontal distance.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional example, when distance measuring equipment 51 was arranged and measured on a base, the operating personnel needed to bend the waist, needs to arrange distance measuring equipment 51 on the base, and had the trouble that measurement took time and effort.

[0006] Moreover, there was a trouble that the part which arranges distance measuring equipment 51 needed to be even, and needed to be stable. Furthermore, since it was not able to measure if the obstruction which bars a laser beam is between a reflector 52 and distance measuring equipment 51, there was a trouble that measurement in a rolling place was difficult.

[0007] Moreover, when measuring holding distance measuring equipment 51 in arbitrary height, there was troublesome work of arranging a reflector 52 in the same height as distance measuring equipment 51, and there was a trouble that measurement took time and effort. Invention according to claim 1 aims at simple and offering the distance measuring equipment which measures horizontal distance indirectly quickly in order to solve an above-mentioned trouble.

[0008] Invention according to claim 2 combines with the purpose of a claim 1, and aims at offering the distance measuring equipment which can set up exactly the endpoint (henceforth a "reference point") used as the criteria of distance. Invention according to claim 3 measures horizontal distance indirectly simple and quickly, and aims at offering the distance measuring equipment which can set up a reference point exactly further. Invention according to claim 4 aims at offering the distance

measuring equipment which measures the distance for two points of a request indirectly simple and quickly.

[0009] Invention according to claim 5 aims at offering the distance measuring equipment which measures horizontal distance indirectly simple and quickly. Invention according to claim 6 aims at offering the distance measuring equipment which measures the height of equipment indirectly simple and quickly. Invention according to claim 7 to 9 is simple composition, and aims at offering the distance measuring equipment which carries out outgoing radiation of the laser beam to a 2-way certainly.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 is the principle block diagram of invention according to claim 1. A transmitting means 1 by which invention according to claim 1 transmits a measurement wave in the predetermined direction, A range-measurement means 3 to measure the distance to the reflective spot of the measurement wave located in the predetermined direction based on a receiving means 2 to receive the measurement wave which returns from predetermined, and the measurement wave propagation delay which returns from predetermined, An angle detection means 4 to detect the angle theta which the perpendicular direction and the transmit direction of a measurement wave make, the distance to the reflective spot of a measurement wave, and a distance calculation means 5 to compute the horizontal distance from the reflective spot of a measurement wave to the point directly under equipment based on the angle theta detected by the angle detection means are had and constituted.

[0011] Drawing 2 is the principle block diagram of invention according to claim 2. In distance measuring equipment according to claim 1, invention according to claim 2 incorporates the one-way mirror 7 arranged free [ rotation in the position where the laser beam which is a measurement wave is irradiated ], and the angle theta detected by the angle detection means 4, rotates a one-way mirror 7 to angle theta / 2 on the basis of the perpendicular direction, and equips with and constitutes the one-way mirror mechanical component 6 which branches the laser beam which is a measurement wave in the predetermined direction and the perpendicular direction.

[0012] 1st transmitting means by which invention according to claim 3 transmits a measurement wave in the predetermined direction, The 2nd transmitting means which is arranged free [ rotation ] and transmits a measurement wave, and a load means to turn the transmit direction of the 2nd transmitting means in the perpendicular direction, A receiving means to receive the measurement wave which returns from predetermined, and the measurement wave which returns from it being perpendicular, respectively, Based on the measurement wave propagation delay which returns from predetermined, the distance L1 to the "1st reflective spot" located in the predetermined direction is measured. A range-measurement means to measure the height L2 of the equipment which is the distance to the "2nd reflective spot" located in the perpendicular direction based on the measurement wave propagation delay which returns from it being perpendicular, The distance L1 to the 1st reflective spot of the predetermined direction and the height L2 of equipment are incorporated, and a distance calculation means to compute the horizontal distance L3 to the 2nd reflective spot of the perpendicular direction has and consists of the 1st reflective spot of the predetermined direction based on horizontal distance  $L3 = (L1^2 - L2^2)^{1/2}$ .

[0013] Drawing 3 is the principle block diagram of invention according to claim 4 to 6. predetermined angle thetaa Invention according to claim 4 a measurement wave from the 1st direction and its 1st direction A transmitting means 1 to transmit in the 2nd distant direction, A receiving means 2 to receive the measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively, Based on the measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction, the distance L4 to the "1st reflective spot" located in the 1st direction is measured. And a range-measurement means 3 to measure the distance L5 to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay which returns from the direction of the 2nd, It is based on distance  $L6 = (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta_{aa})^{1/2}$  using predetermined angle thetaa, distance L4, and distance L5. A distance calculation means 5 to compute the distance L6 to the 2nd reflective spot of the measurement wave of the 2nd direction has and consists of the 1st reflective spot of the measurement wave of the 1st direction.

[0014] predetermined angle  $\theta_{aa}$  Invention according to claim 5 a measurement wave from the 1st direction and its 1st direction A transmitting means 1 to transmit in the 2nd distant direction, A receiving means 2 to receive the measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively, Based on the measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction, the distance  $L_4$  to the "1st reflective spot" located in the 1st direction is measured. And a range-measurement means 3 to measure the distance  $L_5$  to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay which returns from the direction of the 2nd, It is based on horizontal distance  $L_7 = |L_4 - L_5, \cos \theta_{aa}|$ , and  $L_4 / (L_4^2 + L_5^2 - 2, L_4, L_5, \text{ and } \cos \theta_{aa})^{1/2}$  using predetermined angle  $\theta_{aa}$ , distance  $L_4$ , and distance  $L_5$ . A distance calculation means 5 to compute the horizontal distance  $L_7$  to the point directly under equipment has and consists of the 1st reflective spot of the measurement wave of the 1st direction.

[0015] predetermined angle  $\theta_{aa}$  Invention according to claim 6 a measurement wave from the 1st direction and 1st direction A transmitting means 1 to transmit in the 2nd distant direction, A receiving means 2 to receive the aforementioned measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively, Based on the measurement wave propagation delay which returns from the 1st direction, the distance  $L_4$  to the "1st reflective spot" located in the 1st direction is measured. And a range-measurement means 3 to measure the distance  $L_5$  to the "2nd reflective spot" located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay which returns from the direction of the 2nd, Based on height  $L_8 = L_4, L_5 \text{ and } \sin \theta_{aa} / (L_4^2 + L_5^2 - 2, L_4, L_5, \text{ and } \cos \theta_{aa})^{1/2}$ , a distance calculation means 5 to compute the height  $L_8$  to equipment has and consists of points directly under equipment using predetermined angle  $\theta_{aa}$ , distance  $L_4$ , and distance  $L_5$ .

[0016] In distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6, a transmitting means is equipped with the one-way mirror arranged so that the laser beam which is a measurement wave may be branched in the 1st direction and 2nd direction in the position where the laser beam which is a measurement wave is irradiated, and invention according to claim 7 constitutes it. In distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6, at the angle which reflects the mirror arranged free [ rotation ] in the position where the laser beam which is a measurement wave is irradiated, and the laser beam which is a measurement wave in the 1st direction and 2nd direction, a transmitting means is equipped with the mirror mechanical component which drives a mirror one by one, and invention according to claim 8 constitutes it.

[0017] In distance measuring equipment given in any 1 term of a claim 4 or a claim 6, a transmitting means is equipped with the 1st transmitting means which transmits a measurement wave in the 1st direction, and the 2nd transmitting means which transmits a measurement wave in the 2nd direction, and invention according to claim 9 constitutes it.

[0018]

[Function] Drawing 4 is drawing explaining invention according to claim 1 to 3. In distance measuring equipment according to claim 1, the transmitting means 1 transmits a measurement wave in the predetermined direction. Moreover, the receiving means 2 receives the measurement wave which returns from predetermined. The range-measurement means 3 measures the distance  $L_1$  to the reflective spot A of the measurement wave located in the predetermined direction based on the measurement wave propagation delay received with the receiving means 2. The angle detection means 4 detects the angle  $\theta$  which the perpendicular direction and the transmit direction of a measurement wave make. The distance calculation means 5 incorporates distance  $L_1$  and an angle  $\theta$ , and computes the horizontal distance  $L_3$  from the reflective spot A of the predetermined direction to the point [ directly under ] B of distance measuring equipment based on horizontal distance  $L_3 = L_1 \text{ and } \sin \theta$ .

[0019] The one-way mirror 7 which can rotate freely in distance measuring equipment according to claim 2 is arranged in the position where a laser beam is irradiated. The one-way mirror mechanical component 6 makes  $\theta/2$  of angles rotate the one-way mirror 7 based on the angle  $\theta$  detected with the angle detection means 4. Therefore, a laser beam branches in the predetermined direction and the perpendicular direction, and is irradiated by the point located in the predetermined direction

and the perpendicular direction. The irradiation spot of this laser beam points to the reference point of measurement.

[0020] In distance measuring equipment according to claim 3, the 1st transmitting means transmits a measurement wave in the predetermined direction. Moreover, since the 2nd transmitting means can be rotated freely and the load means is added, a measurement wave is always transmitted in the perpendicular direction. A receiving means receives the measurement wave which returns [ the predetermined direction and ] from it being perpendicular, respectively. A range-measurement means measures the distance L1 to the reflective spot A of the measurement wave located in the predetermined direction, and the height L2 from the reflective spot B of the measurement wave located in the perpendicular direction to distance measuring equipment based on the measurement wave propagation delay received with a receiving means.

[0021] A distance calculation means incorporates the distance L1 to the reflective spot A of the predetermined direction, and the height L2 of distance measuring equipment, and computes the horizontal distance L3 from the reflective spot A of the predetermined direction to the reflective spot B of the perpendicular direction based on horizontal distance  $L3 = (L1^2 - L2^2)^{1/2}$ .

[0022] Drawing 5 is drawing explaining invention according to claim 4 to 6. In distance measuring equipment according to claim 4, the transmitting means 1 is transmitted in the 2nd direction which predetermined angle  $\theta_{1a}$  Left the measurement wave with the 1st direction. The receiving means 2 receives the measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively.

[0023] The range-measurement means 3 measures the distance L4 to the 1st reflective spot C located in the 1st direction, and the distance L5 to the 2nd reflective spot D located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay received with the receiving means 2. The distance calculation means 5 computes the distance L6 from the 1st reflective spot C to the 2nd reflective spot D based on distance  $L6 = (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{1a})^{1/2}$  using predetermined angle  $\theta_{1a}$ , distance L4, and distance L5. In distance measuring equipment according to claim 5, the transmitting means 1 is transmitted in the 2nd direction which predetermined angle  $\theta_{1a}$  Left the measurement wave with the 1st direction.

[0024] The receiving means 2 receives the measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively. The range-measurement means 3 measures the distance L4 to the 1st reflective spot C located in the 1st direction, and the distance L5 to the 2nd reflective spot D located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay received with the receiving means 2.

[0025] The distance calculation means 5 computes the horizontal distance L7 from the 1st reflective spot C to the point E directly under equipment based on horizontal distance  $L7 = [L4^2 - L5^2 \cdot \cos^2\theta_{1a}]^{1/2}$  and  $L4 / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{1a})^{1/2}$  using predetermined angle  $\theta_{1a}$ , distance L4, and distance L5.

[0026] In distance measuring equipment according to claim 6, the transmitting means 1 is transmitted in the 2nd direction which predetermined angle  $\theta_{1a}$  Left the measurement wave with the 1st direction. The receiving means 2 receives the measurement wave which returns from the 1st direction, and the measurement wave which returns from the 2nd direction, respectively. The range-measurement means 3 measures the distance L4 to the 1st reflective spot C located in the 1st direction, and the distance L5 to the 2nd reflective spot D located in the 2nd direction based on the measurement wave propagation delay received with the receiving means 2. The distance calculation means 5 computes the height L8 from the point E directly under equipment to equipment based on height  $L8 = L4 \cdot L5 \cdot \sin\theta_{1a} / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{1a})^{1/2}$  using predetermined angle  $\theta_{1a}$ , distance L4, and distance L5.

[0027] With a transmitting means according to claim 7, since a one-way mirror is arranged in the position where a laser beam is irradiated, a one-way mirror branches a laser beam to the transmitted light and the reflected light, and carries out outgoing radiation of the laser beam in the 1st direction and 2nd direction. With a transmitting means according to claim 8, a mirror is arranged in the position where a laser beam is irradiated. A mirror carries out outgoing radiation of the reflected light in the 1st direction and 2nd direction one by one from a mirror mechanical component carrying out



adjustable [ of the angle of the mirror ].

[0028] With a transmitting means according to claim 9, the 1st transmitting means transmits a measurement wave to the 1st transmit direction, and the 2nd transmitting means transmits a measurement wave to the 2nd transmit direction.

[0029]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation form of this invention is explained using a drawing.

[0030] Drawing 6 is the block diagram of the operation form corresponding to invention given in claims 1 and 2. In drawing 6, a switch 32 is arranged at a main part 31, and the contact of a switch 32 is connected to the 1st input terminal of a microprocessor 33. The 1st output terminal of a microprocessor 33 is connected to the input terminal of a laser diode 35 through a pulse driver circuit 34.

[0031] A one-way mirror 36 is arranged aslant in the position where the pulsed light generated from a laser diode 35 is irradiated on the other hand. Moreover, a one-way mirror 36 is penetrated, an electric eye 40 is arranged in the position which receives the pulsed light which returns from the exterior, and the output terminal of an electric eye 40 is connected to the input terminal of a comparator 42 through an amplifying circuit 41.

[0032] The output terminal of a comparator 42 is connected to the 2nd input terminal of a microprocessor 33. The inclination sensor 37 is fixed to a main part 31, and the output terminal of the inclination sensor 37 is connected to the 3rd input terminal and mirror control section 38 of a microprocessor 33. The output terminal of the mirror control section 38 is connected to a motor 39, and the driving shaft of a motor 39 is connected to the axis of rotation of a one-way mirror 36.

[0033] The 2nd output terminal of a microprocessor 33 is connected to the input terminal of a display 43. In addition, about a correspondence relation with the operation form above-mentioned with invention according to claim 1, the transmitting means 1 corresponds to a laser diode 35, the receiving means 2 corresponds to an electric eye 40, the range-measurement means 3 corresponds to a microprocessor 33 and a comparator 42, the angle detection means 4 corresponds to the inclination sensor 37, and the distance calculation means 5 corresponds to a microprocessor 33.

[0034] About the correspondence relation between invention according to claim 2 and an above-mentioned operation form, it combines with the correspondence relation mentioned above, and the one-way mirror mechanical component 6 corresponds to the mirror control section 38 and a motor 39, and a one-way mirror 7 is equivalent to a one-way mirror 36. Drawing 7 is the flow chart showing operation of the operation form corresponding to invention given in claims 1 and 2.

[0035] Hereafter, operation of an above-mentioned operation form is explained using drawing 6 and drawing 7. The inclination sensor 37 detects the tilt angle  $\theta$  which is the angle which the perpendicular direction and the direction of outgoing radiation of pulsed light make. The mirror control section 38 computes angle-of-rotation  $\theta / 2$  of a one-way mirror 36, carries out the rotation drive of the motor 39, and rotates a one-way mirror 36 angle  $\theta / 2$  clockwise on the basis of the perpendicular direction (Step S1).

[0036] If an operating personnel turns on a switch 32, the pulsed light which pulsed light generated from the laser diode 35 (Step S2), and was generated from the laser diode 35 will branch to the transmitted light and the reflected light by the one-way mirror 36, and outgoing radiation will be carried out outside towards the predetermined direction and the perpendicular direction. The irradiation spot of the pulsed light by which outgoing radiation was carried out points to the reference point of the measurement located in the predetermined direction and the perpendicular direction (Step S3).

[0037] It reflects externally, and returns from predetermined, light is received by the electric eye 40, and the pulsed light by which outgoing radiation was carried out in the predetermined direction is changed into a light-receiving signal. The light-receiving signal is amplified by the amplifying circuit 41 (Step S4). A comparator 42 changes a light-receiving signal into a light-receiving timing signal (Step S5). A microprocessor 33 measures the time from pulsed light generating to light-receiving timing signal reception, and computes the distance L1 to the reflective spot located in the predetermined direction (Step S6).

[0038] A microprocessor 33 incorporates the measurement distance L1 and a tilt angle  $\theta$ , computes horizontal distance L3 based on horizontal distance  $L3=L1 \sin \theta$ , and displays this distance on a display 43 (Step S7). Thus, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, the angle which distance, and the predetermined direction and the perpendicular direction of [ to the reflective spot located in the predetermined direction ] make can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and horizontal distance can be computed immediately.

[0039] Although the troublesome work of an operating personnel having bent the waist and arranging distance measuring equipment on a base was done when distance measuring equipment was conventionally arranged and measured on a base, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, the troublesome work can be excluded entirely and it can measure with a comfortable posture.

[0040] Moreover, the part which arranges distance measuring equipment can be measured with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, without being influenced of a direct base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height, although it needed to be even and needed to be stable. Furthermore, with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, although it was not able to measure when the obstruction which bars a laser beam was between the reflectors and distance measuring equipment which are located on a base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height, unless a laser beam is barred, it can measure easily also in a rolling place.

[0041] Moreover, when measuring holding distance measuring equipment in arbitrary height conventionally, the operating personnel was doing the troublesome work of arranging the reflector located in the predetermined direction in the same height as distance measuring equipment. However, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, since horizontal distance is measured indirectly, this troublesome work can be excluded entirely and an operating personnel can be measured simple.

[0042] Moreover, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, pulsed light branches in the predetermined direction and the perpendicular direction, and is irradiated by the point located in the predetermined direction and the perpendicular direction. Since the irradiation spot of this pulsed light points to the reference point of measurement, by it, an operating personnel can be measured exactly and quickly by knowing easily the reference point of the measurement located in the perpendicular direction at the time of measurement.

[0043] Moreover, by a one-way mirror 36 branching pulsed light, since outgoing radiation of the pulsed light is carried out in the predetermined direction and the perpendicular direction, with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, it can constitute from one laser diode and structure can be simplified. Drawing 8 is drawing explaining the operation gestalt corresponding to invention according to claim 3. The distance measuring equipment of the operation gestalt corresponding to invention according to claim 3 consists of the 1st radar installation 44, the 2nd radar installation 45 arranged free [ rotation ] through the axis of rotation at the 1st radar installation 44, and weight 46 added to the 2nd radar installation 45.

[0044] in addition, about the correspondence relation between invention according to claim 3 and an above-mentioned operation gestalt The 1st transmitting means corresponds to the transmitting function of the 1st radar installation 44, and the 2nd transmitting means corresponds to the transmitting function of the 2nd radar installation 45. A load means corresponds to weight 46 and a receiving means corresponds to the reception function of the 1st radar installation 44 and the 2nd radar installation 45. A range-measurement means corresponds to the ranging function of the 1st radar installation 44 and the 2nd radar installation 45, and a distance calculation means corresponds to the calculation function of the 1st radar installation 44 and the 2nd radar installation 45.

[0045] The 1st radar installation 44 irradiates pulsed light in the predetermined direction, and measures the distance L1 to a reflective spot A. In order that the 2nd radar installation 45 may always turn to the perpendicular direction in an operation of weight 46, it irradiates pulsed light in the perpendicular direction, and measures the height L2 from a reflective spot B to equipment. Distance measuring equipment incorporates distance L1 and height L2, and computes the horizontal distance

L3 which is the distance from the reflective spot A located in the predetermined direction to the reflective spot B directly under equipment based on horizontal distance  $L3=(L12-L22) \cdot 1/2$ .

[0046] Thus, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, the distance L1 to the reflective spot A located in the predetermined direction and the distance to the reflective spot B located in the perpendicular direction can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and horizontal distance can be computed immediately. Although the troublesome work of an operating personnel having bent the waist and arranging distance measuring equipment on a base was done when distance measuring equipment was conventionally arranged and measured on a base, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, the troublesome work can be excluded entirely and it can measure with a comfortable posture.

[0047] Moreover, the part which arranges distance measuring equipment can be measured with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, without being influenced of a direct base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height, although it needed to be even and needed to be stable. Furthermore, with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, although it was not able to measure when the obstruction which bars a laser beam was between the reflectors and distance measuring equipment which are located on a base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height, unless a laser beam is barred, it can measure easily also in a rolling place.

[0048] Moreover, when measuring holding distance measuring equipment in arbitrary height conventionally, the operating personnel was doing the troublesome work of arranging the reflector located in the predetermined direction in the same height as distance measuring equipment. However, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, since horizontal distance is measured indirectly, this troublesome work can be excluded entirely and an operating personnel can be measured simple.

[0049] Moreover, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, pulsed light branches in the predetermined direction and the perpendicular direction, and is irradiated by the point located in the predetermined direction and the perpendicular direction. Since the irradiation spot of this pulsed light points to the reference point of measurement, by it, an operating personnel can be measured exactly and quickly by knowing easily the reference point of the measurement located in the perpendicular direction at the time of measurement.

[0050] drawing 9 — claim 4— it is the block diagram of the operation gestalt corresponding to invention given in 6 and 9. In drawing 9, a switch 32 is arranged at a main part 31, and the contact of a switch 32 is connected to the 1st input terminal of a microprocessor 47. The 1st output terminal of a microprocessor 47 is connected to the input terminal of laser diode 35a through pulse driver circuit 34a.

[0051] Moreover, the 2nd output terminal of a microprocessor 47 is connected to the input terminal of laser diode 35b through pulse driver circuit 34b. Outgoing radiation is carried out from laser diodes 35a and 35b, an electric eye 40 is arranged in the position which receives the pulsed light which returns from the exterior, and the output terminal of an electric eye 40 is connected to the input terminal of a comparator 42 through an amplifying circuit 41.

[0052] The output terminal of a comparator 42 is connected to the 2nd input terminal of a microprocessor 47. The 3rd output terminal of a microprocessor 47 is connected to the input terminal of a display 43. In addition, about the correspondence relation between invention according to claim 4 to 6 and an above-mentioned operation gestalt, the transmitting means 1 corresponds to laser diode 35a and laser diode 35b, the receiving means 2 corresponds to an electric eye 40, the range-measurement means 3 corresponds to a microprocessor 47 and a comparator 42, and the distance calculation means 5 corresponds to a microprocessor 47.

[0053] About the correspondence relation between invention according to claim 9 and an above-mentioned operation gestalt, the 1st transmitting means corresponds to laser diode 35a, and the 2nd transmitting means corresponds to laser diode 35b. drawing 10 — claim 4— it is the flow chart showing operation of the operation gestalt corresponding to invention given in 6 and 9.

[0054] Hereafter, operation of an above-mentioned operation gestalt is explained using drawing 9 and drawing 10. If an operating personnel turns on a switch, pulsed light will occur towards the 1st

direction from the 1st laser diode 35a (Step S1). It reflects and returns with the reflective spot C located in the 1st direction, light is received by the electric eye 40, and the pulsed light by which outgoing radiation was carried out from laser diode 35a is changed into a light-receiving signal, as shown in drawing 5 (Step S2).

[0055] A light-receiving signal is amplified by the amplifying circuit 41, and a comparator 42 changes a light-receiving signal into a light-receiving timing signal (Step S3). A microprocessor 47 measures the time from pulsed light generating to light-receiving timing signal reception, and computes the distance L4 to the 1st reflective spot C (step S4). From the 2nd laser diode 35b, pulsed light occurs towards the 2nd direction angle  $\theta_{aa}$  Distant from the 1st direction (Step S5).

[0056] It reflects and returns with the 2nd reflective spot D located in the 2nd direction, light is received by the electric eye 40, and the pulsed light by which outgoing radiation was carried out from laser diode 35b is changed into a light-receiving signal (Step S6). A light-receiving signal is amplified by the amplifying circuit 41, and a comparator 42 changes a light-receiving signal into a light-receiving timing signal (Step S7).

[0057] A microprocessor 47 measures the time from pulsed light generating to light-receiving timing signal reception, and computes the distance L5 to the 2nd reflective spot D (Step S8). A microprocessor 47 uses angle  $\theta_{aa}$ , distance L4, and distance L5. It is based on distance  $L6 = (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{aa})^{1/2}$ . The distance L6 for two points of the request which is the distance from the 1st reflective spot C to the 2nd reflective spot D is computed. It is based on horizontal distance  $L7 = |L4 - L5 \cdot \cos\theta_{aa}|$ , and  $L4 / ((L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{aa})^{1/2})$ . The horizontal distance L7 from the 1st reflective spot C to the point E directly under equipment is computed, and the height L8 from the point E directly under equipment to distance measuring equipment is computed based on height  $L8 = L4 \cdot L5 \cdot \sin\theta_{aa} / ((L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos\theta_{aa})^{1/2})$ .

[0058] And a display 43 displays such distance (step S9). thus, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt The distance to the 1st reflective spot C located in the 1st direction, holding in the height which wants to measure distance measuring equipment, The distance to the 2nd reflective spot D located in the 2nd direction predetermined angle  $\theta_{aa}$  Distant from the 1st direction can be measured, and "the distance from the 1st reflective spot to the 2nd reflective spot", "horizontal distance", and "the height of distance measuring equipment" can be computed immediately.

[0059] Although the troublesome work of an operating personnel having bent the waist and arranging distance measuring equipment on a base was done when distance measuring equipment was conventionally arranged and measured on a base, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, the troublesome work can be excluded entirely and it can measure with a comfortable posture. Moreover, the part which arranges distance measuring equipment can be measured with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, without being influenced of a direct base, since it measures holding in the height which wants to measure distance measuring equipment, although it needed to be even and needed to be stable. Furthermore, with the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, although it was not able to measure when the obstruction which bars a laser beam was between the reflectors and distance measuring equipment which are located on a base, since it measures holding in the height which wants to measure distance measuring equipment, unless a laser beam is barred, it can measure easily also in a rolling place.

[0060] Moreover, when measuring holding distance measuring equipment in arbitrary height conventionally, the operating personnel was doing the troublesome work of arranging the reflector located in the predetermined direction in the same height as distance measuring equipment. However, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, since horizontal distance is measured indirectly, this troublesome work can be excluded entirely and an operating personnel can be measured simple.

[0061] Moreover, in the distance measuring equipment of an above-mentioned operation gestalt, pulsed light branches in the 1st direction and 2nd direction, and is irradiated by the reflective spots C and D located in the 1st direction and 2nd direction. By the irradiation spot of this pulsed light, since

it points to the reference point of measurement, when measuring "the distance from the 1st reflective spot to the 2nd reflective spot", an operating personnel can be measured exactly and quickly by knowing the reference point of measurement easily.

[0062] In addition, although distance is measured based on the propagation delay of pulsed light with three operation gestalten mentioned above, the continuous laser beam is irradiated and distance may be measured based on the phase of the reflected light. moreover, the operation gestalt corresponding to invention according to claim 3 mentioned above and claim 4- with the operation gestalt corresponding to invention given in 6 and 9, although the laser beam is used as a measurement wave, it is not limited to it, and if it is a measurement wave with the property to reflect, it can use For example, an acoustic wave, an electromagnetic wave, light, etc. can be used.

[0063] Moreover, in the distance measuring equipment of the operation gestalt corresponding to invention given in the claims 1 and 2 mentioned above, although horizontal distance L3 was measured, it is not limited to it, but the angle theta which the distance L1, the predetermined direction, and the perpendicular direction of [ to the reflective spot located in the predetermined direction ] make is incorporated, and calculation of the height L2 of distance measuring equipment can also be performed based on height  $L2=L1 \text{ and } \cos\theta$ .

[0064] Moreover, in the distance measuring equipment of the operation gestalt corresponding to invention according to claim 3 mentioned above, although the distance of the predetermined direction and the perpendicular direction was measured together using two radar installations, you may measure the predetermined direction and the perpendicular direction individually by attaching weight in single laser equipment and changing the sense of equipment into it one by one. moreover, claim 4- mentioned above — although predetermined angle thetaa is fixed and measured with the distance measuring equipment of the operation gestalt corresponding to invention of a publication to 6 and 9, it is not limited to it

[0065] For example, you may have an angle detection means to detect angle thetaa which the angle adjustable mechanism which carries out adjustable [ of the 1st direction or the direction of the 2nd ], and the 1st direction and 2nd direction make. By such composition, since an operating personnel can set up the 1st direction or the direction of the 2nd free, desired horizontal distance and the distance for two points of a request can be more quickly measured irrespective of the installation position and the installation direction of equipment.

[0066] moreover, claim 4- mentioned above — with the distance measuring equipment of the operation gestalt corresponding to invention of a publication, you may use invention according to claim 7 or 8 for 6 and 9 instead of invention according to claim 9 When invention according to claim 7 is used, a transmitting means consists of one laser diode and a one-way mirror arranged aslant ahead of a laser diode. With such composition, the pulsed light of a laser diode branches through a one-way mirror, and outgoing radiation is simultaneously carried out in the 1st direction and 2nd direction. And the pulsed light by which outgoing radiation was carried out returns from the exterior almost simultaneous towards the 1st direction and 2nd direction.

[0067] Then, you may carry out outgoing radiation of the pulsed light by turns towards the 1st direction and 2nd direction by forming a shutter (beam selector) in the outgoing radiation mouth of the branched pulsed light, respectively, and opening and closing these shutters by turns. Or two electric eyes may be used for instead of [ which does not use a shutter ], and the pulsed light which returns from the 1st direction and the 2nd direction may be received individually.

[0068] Moreover, when invention according to claim 8 is used, a transmitting means equips with and constitutes the mirror mechanical component which drives a mirror one by one at one laser diode, the mirror arranged free [ rotation ] in the position where the pulsed light generated from a laser diode is irradiated, and the angle which reflects pulsed light in the 1st direction and 2nd direction.

[0069]

[Effect of the Invention] In invention according to claim 1, the angle which distance, and the predetermined direction and the perpendicular direction of [ to the reflective spot located in the predetermined direction ] make can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and horizontal distance can be computed immediately.

[0070] Although the troublesome work of an operating personnel having bent the waist and arranging

distance measuring equipment on a base was done when distance measuring equipment was conventionally arranged and measured on a base, in invention according to claim 1, the troublesome work can be excluded entirely and it can measure with a comfortable posture. Moreover, although the part which arranges distance measuring equipment needed to be even and needed to be stable, it can measure in invention according to claim 1, without being influenced of a direct base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height.

[0071] Furthermore, by invention according to claim 1, although it was not able to measure when the obstruction which bars a laser beam was between the reflectors and distance measuring equipment which are located on a base, since it measures holding distance measuring equipment in arbitrary height, unless a laser beam is barred, it can measure easily also in a rolling place.

[0072] Moreover, when measuring holding distance measuring equipment in arbitrary height conventionally, the operating personnel was doing the troublesome work of arranging the reflector located in the predetermined direction in the same height as distance measuring equipment. However, in invention according to claim 1, since horizontal distance is measured indirectly, this troublesome work can be excluded entirely and an operating personnel can be measured simple.

[0073] In invention according to claim 2, the laser beam which is a measurement wave branches in the predetermined direction and the perpendicular direction, and is irradiated by the point located in the predetermined direction and the perpendicular direction. Since the irradiation spot of this laser beam points to the reference point of measurement, by it, an operating personnel can be measured exactly and quickly by knowing easily the reference point of the measurement located in the perpendicular direction at the time of measurement.

[0074] In invention according to claim 3, the distance to the 1st reflective spot located in the predetermined direction and the height from the 2nd reflective spot located in the perpendicular direction to equipment can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and horizontal distance can be computed immediately. In invention according to claim 4, the distance to the 1st reflective spot located in the 1st direction and the distance to the 2nd reflective spot located in the 2nd direction of a predetermined angle remote from the 1st direction can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and the distance from the 1st reflective spot to the 2nd reflective spot can be computed immediately.

[0075] In invention according to claim 5, the distance to the 1st reflective spot located in the 1st direction and the distance to the 2nd reflective spot located in the 2nd direction of a predetermined angle remote from the 1st direction can be measured holding distance measuring equipment in arbitrary height, and horizontal distance can be computed immediately. In invention according to claim 6, the distance to the 1st reflective spot located in the 1st direction and the distance to the 2nd reflective spot located in the 2nd direction of a predetermined angle remote from the 1st direction are measured holding in the height which wants to measure distance measuring equipment, and the height of distance measuring equipment is computed immediately. For this reason, even if an obstruction exists between distance measuring equipment and the point directly under equipment, the height of distance measuring equipment can be measured correctly.

[0076] By invention according to claim 7, outgoing radiation of the laser beam is carried out in the 1st direction and 2nd direction because a one-way mirror branches a laser beam. Therefore, a transmitting means can be constituted from the one light source, and can simplify structure. Moreover, since outgoing radiation of the laser beam is simultaneously carried out to a 2-way, it can measure quickly. In invention according to claim 8, since outgoing radiation of the laser beam is carried out in the 1st direction and 2nd direction one by one, a transmitting means can be constituted from the one light source, and can simplify structure.

[0077] In invention according to claim 9, since a measurement wave is transmitted in the 1st direction and 2nd direction using the 1st transmitting means and the 2nd transmitting means, if it is a measurement wave with the property reflected [light / an acoustic wave, an electromagnetic wave, ], it can transmit to a 2-way certainly. Moreover, since a measurement wave is simultaneously transmitted to a 2-way, it can measure quickly. Thus, in the distance measuring equipment which applied this invention, as compared with the former, that it is simpler and quickly, it is more efficient and the distance for two points can be measured.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

### [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the principle block diagram of invention according to claim 1.
- [Drawing 2] It is the principle block diagram of invention according to claim 2.
- [Drawing 3] It is the principle block diagram of invention according to claim 4 to 6.
- [Drawing 4] It is drawing explaining invention according to claim 1 to 3.
- [Drawing 5] It is drawing explaining invention according to claim 4 to 6.
- [Drawing 6] It is the block diagram of the operation gestalt corresponding to invention given in claims 1 and 2.
- [Drawing 7] It is the flow chart showing operation of the operation gestalt corresponding to invention given in claims 1 and 2.
- [Drawing 8] It is drawing explaining the operation gestalt corresponding to invention according to claim 3.
- [Drawing 9] claim 4- it is the block diagram of the operation gestalt corresponding to invention given in 6 and 9
- [Drawing 10] claim 4- it is the flow chart showing operation of the operation gestalt corresponding to invention given in 6 and 9
- [Drawing 11] It is drawing showing the conventional range measurement.

### [Description of Notations]

- 1 Transmitting Means
- 2 Receiving Means
- 3 Range-Measurement Means
- 4 Angle Detection Means
- 5 Distance Calculation Means
- 6 One-way Mirror Mechanical Component
- 7 36 One-way mirror
- 31 Main Part
- 32 Switch
- 33 47 Microprocessor
- 34, 34a, 34b Pulse driver circuit
- 35, 35a, 35b Laser diode
- 37 Inclination Sensor
- 38 Mirror Control Section
- 39 Motor
- 40 Electric Eye
- 41 Amplifying Circuit
- 42 Comparator
- 43 Display
- 44 1st Radar Installation
- 45 2nd Radar Installation
- 46 Weight
- 51 Distance Measuring Equipment



## 52 Reflector

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

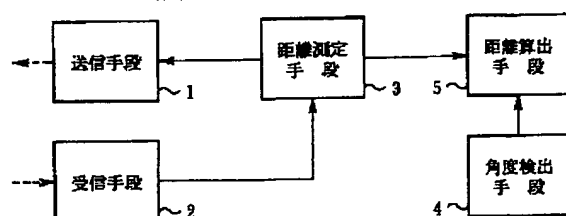
2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

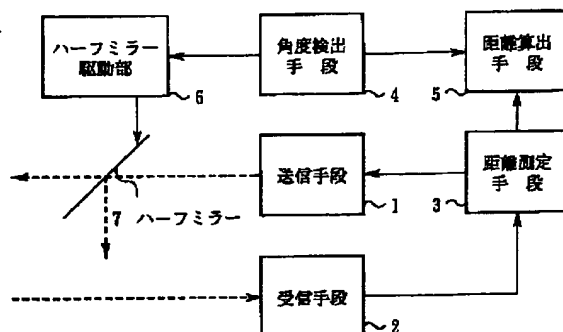
[Drawing 1]

請求項 1 に記載の発明の原理ブロック図



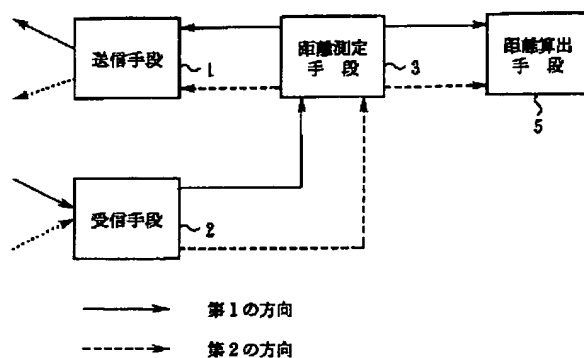
[Drawing 2]

請求項 2 に記載の発明の原理ブロック図



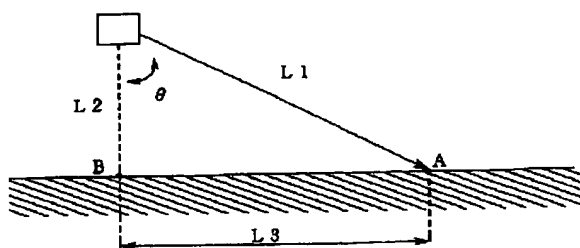
[Drawing 3]

請求項 4 ～ 6 に記載の発明の原理ブロック図



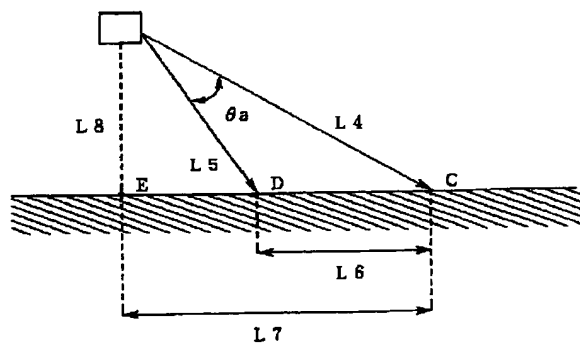
[Drawing 4]

請求項1～3に記載の発明を説明する図



[Drawing 5]

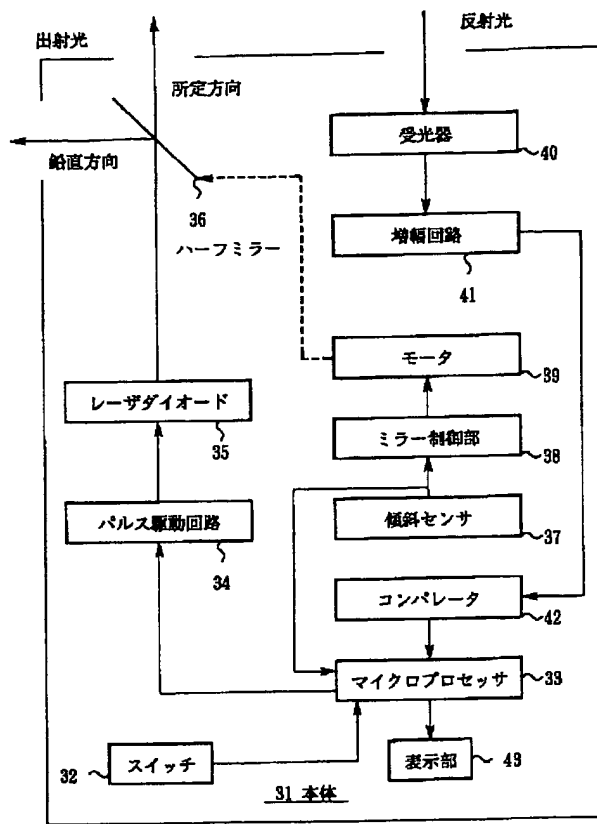
請求項4～6に記載の発明を説明する図



C : 第1の反射点  
D : 第2の反射点  
E : 第3の反射点

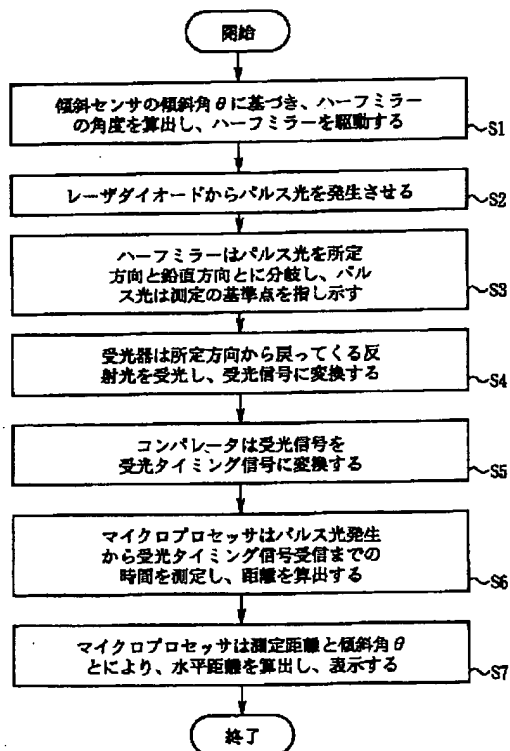
[Drawing 6]

請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の構成図



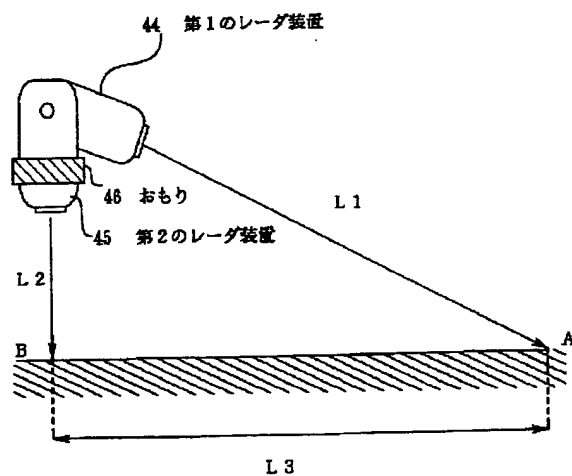
[Drawing 7]

請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図



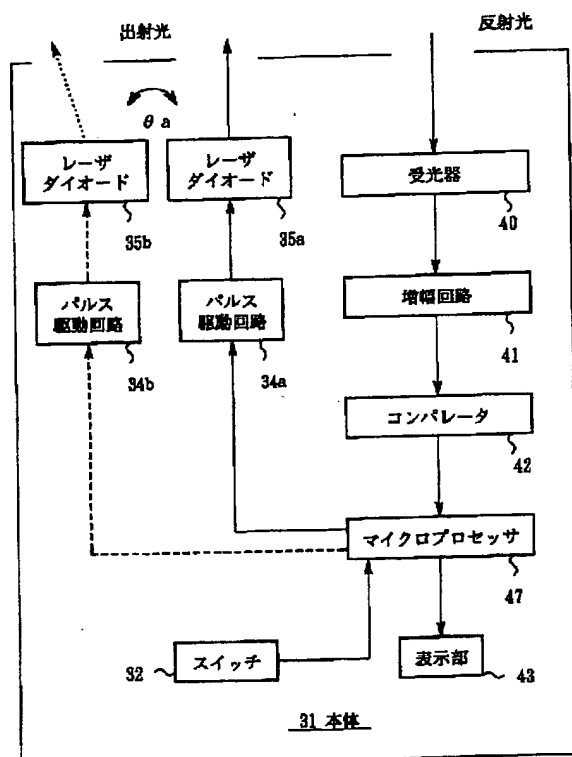
[Drawing 8]

請求項3に記載の発明に対応する実施形態を説明する図



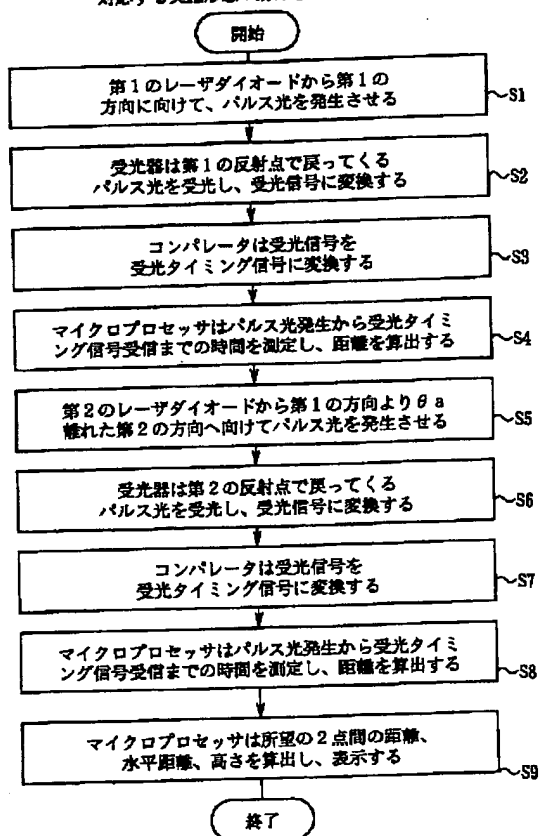
[Drawing 9]

請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の構成図



[Drawing 10]

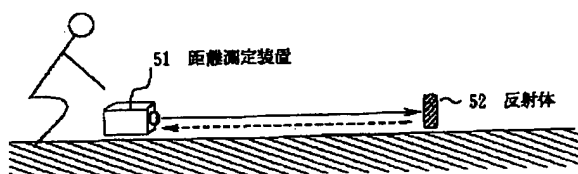
請求項4～6、9に記載の発明に  
対応する実施形態の動作を示す流れ図



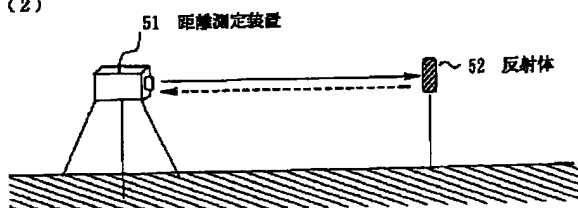
[Drawing 11]

従来の距離測定を示す図

(1)



(2)



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-113266

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) IntCl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 3/06			G 0 1 C 3/06	Z
			3/22	
G 0 1 S 15/42			G 0 1 S 15/42	
17/46			17/46	

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-275554

(22) 出願日 平成7年(1995)10月24日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宮田 正史

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

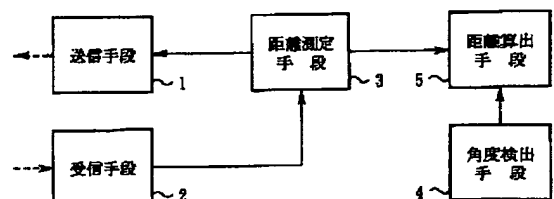
(54) 【発明の名称】 距離測定装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は測定波を送信し、戻ってくる測定波の伝搬遅延に基づいて、距離を測定する距離測定装置に関し、簡便かつ迅速に、間接的に水平距離などを測定する距離測定装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 測定波を所定方向に送信する送信手段1と、所定方向から戻る測定波を受信する受信手段2と、所定方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、所定方向に位置する測定波の反射点までの距離を測定する距離測定手段3と、鉛直方向と測定波の送信方向とがなす角度 $\theta$ を検出する角度検出手段4と、測定波の反射点までの距離と、角度検出手段により検出された角度 $\theta$ とに基づいて、測定波の反射点から装置直下の地点までの水平距離を算出する距離算出手段5とを備えて構成する。

請求項1に記載の発明の原理ブロック図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定波を所定方向に送信する送信手段と、  
前記所定方向から戻る前記測定波を受信する受信手段と、  
前記所定方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記所定方向に位置する前記測定波の反射点までの距離を測定する距離測定手段と、  
鉛直方向と前記測定波の送信方向とがなす角度 $\theta$ を検出する角度検出手段と、  
前記測定波の反射点までの距離と前記角度検出手段により検出された角度 $\theta$ とに基づいて、前記測定波の反射点から装置直下の地点までの水平距離を算出する距離算出手段と、  
を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項2】 請求項1に記載の距離測定装置において、  
前記測定波であるレーザ光が照射される位置に回転自在に配置されたハーフミラーと、  
前記角度検出手段により検出された角度 $\theta$ を取り込み、鉛直方向を基準にして、前記ハーフミラーを角度 $\theta/2$ に回転し、前記測定波であるレーザ光を所定方向と鉛直方向とに分岐させるハーフミラー駆動部と、  
を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項3】 測定波を所定方向に送信する第1の送信手段と、  
回転自在に配置され、測定波を送信する第2の送信手段と、  
前記第2の送信手段の送信方向を、鉛直方向に向ける加重手段と、  
前記所定方向から戻る前記測定波と前記鉛直方向から戻る前記測定波とをそれぞれ受信する受信手段と、  
前記所定方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、前記所定方向に位置する「第1の反射点」までの距離 $L_1$ を測定し、前記鉛直方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、前記鉛直方向に位置する「第2の反射点」までの距離である装置の高さ $L_2$ を測定する距離測定手段と、  
前記所定方向の第1の反射点までの距離 $L_1$ と前記装置の高さ $L_2$ とを取り込み、  
水平距離 $L_3 = (L_1^2 - L_2^2)^{1/2}$   
に基づいて、前記所定方向の第1の反射点から前記鉛直方向の第2の反射点までの水平距離 $L_3$ を算出する距離算出手段と、  
を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項4】 測定波を第1の方向と前記第1の方向から所定角度 $\theta$ 離れた第2の方向に送信する送信手段と、  
前記第1の方向から戻る前記測定波と、前記第2の方向から戻る前記測定波とをそれぞれ受信する受信手段と、

10

前記第1の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離 $L_4$ を測定し、かつ前記第2の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離 $L_5$ とを測定する距離測定手段と、  
前記所定角度 $\theta$ と前記距離 $L_4$ と前記距離 $L_5$ とを用いて、

$$\text{距離 } L_6 = (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta)^{1/2}$$

に基づいて、前記第1の方向の測定波の第1の反射点から前記第2の方向の測定波の第2の反射点までの距離 $L_6$ を算出する距離算出手段と、  
を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項5】 測定波を第1の方向と前記第1の方向から所定角度 $\theta$ 離れた第2の方向に送信する送信手段と、

前記第1の方向から戻る前記測定波と、前記第2の方向から戻る前記測定波とをそれぞれ受信する受信手段と、  
前記第1の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離 $L_4$ を測定し、かつ前記第2の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離 $L_5$ とを測定する距離測定手段と、  
前記所定角度 $\theta$ と前記距離 $L_4$ と前記距離 $L_5$ とを用いて、

$$\text{水平距離 } L_7 = |L_4 - L_5 \cdot \cos \theta| \cdot L_4 / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta)^{1/2}$$

30

に基づいて、前記第1の方向の測定波の第1の反射点から装置直下の地点までの水平距離 $L_7$ を算出する距離算出手段と、  
を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項6】 測定波を第1の方向と前記第1の方向から所定角度 $\theta$ 離れた第2の方向に送信する送信手段と、

前記第1の方向から戻る前記測定波と、前記第2の方向から戻る前記測定波とをそれぞれ受信する受信手段と、  
前記第1の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離 $L_4$ を測定し、かつ前記第2の方向から戻る前記測定波の伝搬遅延に基づいて、前記第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離 $L_5$ とを測定する距離測定手段と、  
前記所定角度 $\theta$ と前記距離 $L_4$ と前記距離 $L_5$ とを用いて、

$$\text{高さ } L_8 = L_4 \cdot L_5 \cdot \sin \theta / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta)^{1/2}$$

40

に基づいて、装置直下の地点から装置までの高さ $L_8$ を算出する距離算出手段と、

50



を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項7】 請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、  
前記送信手段は前記測定波であるレーザ光が照射される位置に、前記測定波であるレーザ光を前記第1の方向と前記第2の方向とに分岐するように配置されたハーフミラーを備えてなることを特徴とする距離測定装置。

【請求項8】 請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、  
前記送信手段は前記測定波であるレーザ光が照射される位置に、回動自在に配置されたミラーと、  
前記測定波であるレーザ光を前記第1の方向と前記第2の方向とに反射させる角度に、前記ミラーを順次駆動するミラー駆動部と、  
を備えてなることを特徴とする距離測定装置。

【請求項9】 請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、  
前記送信手段は 前記測定波を前記第1の方向に送信する第1の送信手段と、  
前記測定波を前記第2の方向に送信する第2の送信手段と、  
を備えてなることを特徴とする距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は測定波を送信し、戻ってくる測定波の伝搬遅延に基づいて、距離を測定する距離測定装置に関し、特に、水平距離などの距離を間接的に測定する距離測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、レーザ光を照射し、その反射波の伝搬遅延に基づいて、所望の地点までの水平距離を測定する距離測定装置が知られている。図11は、この種の装置を使用した水平距離の測定を示す図である。図11(1)において、地面や床、その他、底面上の所望の地点までの水平距離を測定する場合、測定者は距離測定装置51を測定方向に向けて、底面に配置する。

【0003】次に、測定者は所望の地点に反射体52を配置する。この状態で距離測定装置51はレーザ光を反射体52に向けて照射し、反射体52から距離測定装置51までの水平距離を測定する。また、図11(2)において、距離測定装置51を任意の高さに保持したまま測定する場合、測定者は距離測定装置51を測定方向に向けて、三脚等に保持する。

【0004】次に、測定者は反射体52を所望の地点上に、距離測定装置51と同じ高さに固定し、水平距離を測定する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来例では、距離測定装置51を底面に配置して測定する場合、測定者は腰を屈めて、距離測定装置51を底面に配

置する必要がある、測定に手間がかかるという問題点があった。

【0006】また、距離測定装置51を配置する箇所が、平らで安定している必要があるという問題点があった。さらに、反射体52と距離測定装置51との間に、レーザ光を妨げる障害物があると測定できないため、起伏のある場所での測定が困難であるという問題点があった。

【0007】また、距離測定装置51を任意の高さに保持したまま測定する場合、反射体52を距離測定装置51と同じ高さに配置するという面倒な作業があり、測定に手間がかかるという問題点があった。請求項1に記載の発明は、上述の問題点を解決するため、簡便かつ迅速に、間接的に水平距離を測定する距離測定装置を提供することを目的とする。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1の目的と併せて、距離の基準となる端点（以下、「基準点」という）を的確に設定することができる距離測定装置を提供することを目的とする。請求項3に記載の発明は、簡便かつ迅速に水平距離を間接的に測定し、さらに基準点を的確に設定することのできる距離測定装置を提供することを目的とする。請求項4に記載の発明は、簡便かつ迅速に所望の2点間の距離を間接的に測定する距離測定装置を提供することを目的とする。

【0009】請求項5に記載の発明は、簡便かつ迅速に水平距離を間接的に測定する距離測定装置を提供することを目的とする。請求項6に記載の発明は、簡便かつ迅速に装置の高さを間接的に測定する距離測定装置を提供することを目的とする。請求項7～9に記載の発明は、簡易な構成で、確実に2方向にレーザ光を出射する距離測定装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は、請求項1に記載の発明の原理ブロック図である。請求項1に記載の発明は、測定波を所定方向に送信する送信手段1と、所定方向から戻る測定波を受信する受信手段2と、所定方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、所定方向に位置する測定波の反射点までの距離を測定する距離測定手段3と、鉛直方向と測定波の送信方向とがなす角度 $\theta$ を検出する角度検出手段4と、測定波の反射点までの距離と、角度検出手段により検出された角度 $\theta$ とに基づいて、測定波の反射点から装置直下の地点までの水平距離を算出する距離算出手段5とを備えて構成する。

【0011】図2は、請求項2に記載の発明の原理ブロック図である。請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の距離測定装置において、測定波であるレーザ光が照射される位置に回動自在に配置されたハーフミラー7と、角度検出手段4により検出された角度 $\theta$ を取り込み、鉛直方向を基準にしてハーフミラー7を角度 $\theta/2$ に回動し、測定波であるレーザ光を所定方向と鉛直方向

5

とに分岐させるハーフミラー駆動部6とを備えて構成する。

【0012】請求項3に記載の発明は、測定波を所定方向に送信する第1の送信手段と、回動自在に配置され、測定波を送信する第2の送信手段と、第2の送信手段の送信方向を、鉛直方向に向ける加重手段と、所定方向から戻る測定波と鉛直方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する受信手段と、所定方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、所定方向に位置する「第1の反射点」までの距離L1を測定し、鉛直方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、鉛直方向に位置する「第2の反射点」までの距離である装置の高さL2を測定する距離測定手段と、所定方向の第1の反射点までの距離L1と装置の高さL2とを取り込み、

$$\text{水平距離 } L3 = (L1^2 - L2^2)^{1/2}$$

に基づいて、所定方向の第1の反射点から鉛直方向の第2の反射点までの水平距離L3を算出する距離算出手段とを備えて構成する。

【0013】図3は、請求項4～6に記載の発明の原理ブロック図である。請求項4に記載の発明は、測定波を第1の方向とその第1の方向から所定角度θa離れた第2の方向に送信する送信手段1と、第1の方向から戻る測定波と、第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する受信手段2と、第1の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離L4を測定し、かつ第2の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離L5とを測定する距離測定手段3と、所定角度θaと距離L4と距離L5とを用いて、

$$\text{距離 } L6 = (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、第1の方向の測定波の第1の反射点から第2の方向の測定波の第2の反射点までの距離L6を算出する距離算出手段5とを備えて構成する。

【0014】請求項5に記載の発明は、測定波を第1の方向とその第1の方向から所定角度θa離れた第2の方向に送信する送信手段1と、第1の方向から戻る測定波と、第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する受信手段2と、第1の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離L4を測定し、かつ第2の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離L5とを測定する距離測定手段3と、所定角度θaと距離L4と距離L5とを用いて、

$$\text{水平距離 } L7 = |L4 - L5 \cdot \cos \theta a| \cdot L4 / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、第1の方向の測定波の第1の反射点から装置直下の地点までの水平距離L7を算出する距離算出手段5とを備えて構成する。

【0015】請求項6に記載の発明は、測定波を第1の

6

方向と第1の方向から所定角度θa離れた第2の方向に送信する送信手段1と、第1の方向から戻る前記測定波と、第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する受信手段2と、第1の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する「第1の反射点」までの距離L4を測定し、かつ第2の方向から戻る測定波の伝搬遅延に基づいて、第2の方向に位置する「第2の反射点」までの距離L5とを測定する距離測定手段3と、所定角度θaと距離L4と距離L5とを用いて、

$$\text{高さ } L8 = L4 \cdot L5 \cdot \sin \theta a / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、装置直下の地点から装置までの高さL8を算出する距離算出手段5とを備えて構成する。

【0016】請求項7に記載の発明は、請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、送信手段は測定波であるレーザ光が照射される位置に、測定波であるレーザ光を第1の方向と第2の方向とに分岐するように配置されたハーフミラーを備えて構成する。請求項8に記載の発明は、請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、送信手段は測定波であるレーザ光が照射される位置に、回動自在に配置されたミラーと、測定波であるレーザ光を第1の方向と第2の方向とに反射させる角度に、ミラーを順次駆動するミラー駆動部とを備えて構成する。

【0017】請求項9に記載の発明は、請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の距離測定装置において、送信手段は測定波を第1の方向に送信する第1の送信手段と、測定波を第2の方向に送信する第2の送信手段とを備えて構成する。

【0018】

【作用】図4は請求項1～3に記載の発明を説明する図である。請求項1に記載の距離測定装置では、送信手段1は測定波を所定方向に送信する。また、受信手段2は所定方向から戻る測定波を受信する。距離測定手段3は受信手段2で受信された測定波の伝搬遅延に基づいて、所定方向に位置する測定波の反射点Aまでの距離L1を測定する。角度検出手段4は鉛直方向と測定波の送信方向とがなす角度θを検出する。距離算出手段5は距離L1と角度θとを取り込み、

$$\text{水平距離 } L3 = L1 \cdot \sin \theta$$

に基づいて、所定方向の反射点Aから距離測定装置の直下の地点Bまでの水平距離L3を算出する。

【0019】請求項2に記載の距離測定装置では、回動自在なハーフミラー7はレーザ光が照射される位置に配置されている。ハーフミラー駆動部6はそのハーフミラー7を角度検出手段4で検出された角度θに基づいて、θ/2の角度に回動させる。したがって、レーザ光は所定方向と鉛直方向とに分岐され、所定方向と鉛直方向とに位置する地点に照射される。このレーザ光の照射スポットにより、測定の基準点が指し示される。

【0020】請求項3に記載の距離測定装置では、第1の送信手段は測定波を所定方向に送信する。また、第2の送信手段は回転自在であり、加重手段が付加されているので、常に鉛直方向に測定波を送信する。受信手段は所定方向と鉛直方向とから戻る測定波をそれぞれ受信する。距離測定手段は、受信手段で受信される測定波の伝搬遅延に基づいて、所定方向に位置する測定波の反射点Aまでの距離L1と、鉛直方向に位置する測定波の反射点Bから距離測定装置までの高さL2とを測定する。

【0021】距離算出手段は、所定方向の反射点Aまでの距離L1と、距離測定装置の高さL2とを取り込み、水平距離L3 =  $(L1^2 - L2^2)^{1/2}$  に基づいて、所定方向の反射点Aから鉛直方向の反射点Bまでの水平距離L3を算出する。

【0022】図5は、請求項4～6に記載の発明を説明する図である。請求項4に記載の距離測定装置では、送信手段1は測定波を第1の方向と所定角度 $\theta a$ 離れた第2の方向とに送信する。受信手段2は第1の方向から戻る測定波と第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する。

【0023】距離測定手段3は、受信手段2で受信される測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する第1の反射点Cまでの距離L4と、第2の方向に位置する第2の反射点Dまでの距離L5とを測定する。距離算出手段5は所定角度 $\theta a$ と距離L4と距離L5とを用いて、  

$$\text{距離} L6 = (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、第1の反射点Cから第2の反射点Dまでの距離L6を算出する。請求項5に記載の距離測定装置では、送信手段1は測定波を第1の方向と所定角度 $\theta a$ 離れた第2の方向とに送信する。

【0024】受信手段2は第1の方向から戻る測定波と第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する。距離測定手段3は、受信手段2で受信される測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する第1の反射点Cまでの距離L4と、第2の方向に位置する第2の反射点Dまでの距離L5とを測定する。

【0025】距離算出手段5は所定角度 $\theta a$ と距離L4と距離L5とを用いて、  

$$\text{水平距離} L7 = |L4 - L5 \cdot \cos \theta a| \cdot L4 / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$
 に基づいて、第1の反射点Cから装置直下の地点Eまでの水平距離L7を算出する。

【0026】請求項6に記載の距離測定装置では、送信手段1は測定波を第1の方向と所定角度 $\theta a$ 離れた第2の方向とに送信する。受信手段2は第1の方向から戻る測定波と第2の方向から戻る測定波とをそれぞれ受信する。距離測定手段3は、受信手段2で受信される測定波の伝搬遅延に基づいて、第1の方向に位置する第1の反

射点Cまでの距離L4と、第2の方向に位置する第2の反射点Dまでの距離L5とを測定する。距離算出手段5は所定角度 $\theta a$ と距離L4と距離L5とを用いて、  

$$\text{高さ} L8 = L4 \cdot L5 \cdot \sin \theta a / (L4^2 + L5^2 - 2 \cdot L4 \cdot L5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$
 に基づいて、装置直下の地点Eから装置までの高さL8を算出する。

【0027】請求項7に記載の送信手段では、ハーフミラーはレーザ光が照射される位置に、配置されるので、ハーフミラーはレーザ光を透過光と反射光とに分岐し、レーザ光を第1の方向と第2の方向とに出射する。請求項8に記載の送信手段では、ミラーはレーザ光が照射される位置に配置される。ミラー駆動部が、そのミラーの角度を可変することより、ミラーは反射光を第1の方向と第2の方向とに順次に出射する。

【0028】請求項9に記載の送信手段では、第1の送信手段が第1の送信方向に測定波を送信し、第2の送信手段が第2の送信方向に測定波を送信する。

【0029】

20 【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

【0030】図6は、請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の構成図である。図6において、本体31にスイッチ32が配置され、スイッチ32の接点はマイクロプロセッサ33の第1の入力端子に接続される。マイクロプロセッサ33の第1の出力端子はパルス駆動回路34を介して、レーザダイオード35の入力端子に接続される。

【0031】一方、レーザダイオード35から発生するパルス光が照射される位置にハーフミラー36が斜めに配置される。また、ハーフミラー36を透過して、外部から戻ってくるパルス光を受光する位置に受光器40が配置され、受光器40の出力端子は増幅回路41を介して、コンパレータ42の入力端子に接続される。

【0032】コンパレータ42の出力端子はマイクロプロセッサ33の第2の入力端子に接続される。本体31には、傾斜センサ37が固定され、傾斜センサ37の出力端子はマイクロプロセッサ33の第3の入力端子とミラー制御部38とに接続される。ミラー制御部38の出力端子はモータ39に接続され、モータ39の駆動軸はハーフミラー36の回転軸に接続される。

【0033】マイクロプロセッサ33の第2の出力端子は表示部43の入力端子に接続される。なお、請求項1に記載の発明と、上述の実施形態との対応関係については、送信手段1はレーザダイオード35に対応し、受信手段2は受光器40に対応し、距離測定手段3はマイクロプロセッサ33、コンパレータ42に対応し、角度検出手段4は傾斜センサ37に対応し、距離算出手段5はマイクロプロセッサ33に対応する。

【0034】請求項2に記載の発明と上述の実施形態と

の対応関係については、上述した対応関係と併せて、ハーフミラー駆動部6はミラー制御部38、モータ39に対応し、ハーフミラー7はハーフミラー36に対応する。図7は、請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図である。

【0035】以下、上述の実施形態の動作を図6、図7を用いて説明する。傾斜センサ37は鉛直方向とパルス光の出射方向とがなす角度である傾斜角 $\theta$ を検出する。ミラー制御部38はハーフミラー36の回転角度 $\theta/2$ を算出し、モータ39を回転駆動し、鉛直方向を基準に時計回りにハーフミラー36を角度 $\theta/2$ 回転させる(ステップS1)。

【0036】測定者がスイッチ32を入れると、レーザダイオード35からパルス光が発生し(ステップS2)、レーザダイオード35から発生したパルス光はハーフミラー36で透過光と反射光とに分岐され、所定方向と鉛直方向とに向けて、外部に出射される。その出射されたパルス光の照射スポットにより、所定方向と鉛直方向とに位置する測定の基準点が指し示される(ステップS3)。

【0037】所定方向に出射されたパルス光は、外部で反射して、所定方向から戻り、受光器40で受光され、受光信号に変換される。その受光信号は増幅回路41で増幅される(ステップS4)。コンパレータ42は受光信号を受光タイミング信号に変換する(ステップS5)。マイクロプロセッサ33はパルス光発生から受光タイミング信号受信までの時間を測定し、所定方向に位置する反射点までの距離L1を算出する(ステップS6)。

【0038】マイクロプロセッサ33は測定距離L1と傾斜角 $\theta$ とを取り込み、水平距離L3 =  $L1 \cdot \sin \theta$

に基づいて、水平距離L3を算出し、表示部43にこの距離を表示させる(ステップS7)。このように、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、所定方向に位置する反射点までの距離と、所定方向と鉛直方向とがなす角度とを測定して、水平距離を即座に算出することができる。

【0039】従来、距離測定装置を底面に配置して測定する場合、測定者は腰を屈めて、距離測定装置を底面に配置するという面倒な作業を行っていたが、上述の実施形態の距離測定装置では、その面倒な作業を一切省くことができ、安楽な姿勢で測定を行うことができる。

【0040】また、距離測定装置を配置する箇所は、平らで安定している必要があったが、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、直接底面の影響を受けることなく、測定することができる。さらに、底面上に位置する反射体と距離測定装置との間に、レーザ光を妨げる障害物があると測定を行うことができなかったが、上述の実施形

態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、レーザ光が妨げられることがない限り、起伏のある場所でも容易に測定することができる。

【0041】また、従来、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定する場合、測定者は所定方向に位置する反射体を距離測定装置と同じ高さに配置するという面倒な作業を行っていた。しかし、上述の実施形態の距離測定装置では、間接的に水平距離を測定しているので、この面倒な作業を一切省くことができ、測定者は簡便に測定を行うことができる。

【0042】また、上述の実施形態の距離測定装置では、パルス光は所定方向と鉛直方向とに分岐され、所定方向と鉛直方向とに位置する地点に照射される。このパルス光の照射スポットにより、測定の基準点が指し示されるので、測定するとき、測定者は、鉛直方向に位置する測定の基準点が容易にわかり、測定を的確かつ迅速に行うことができる。

【0043】また、ハーフミラー36がパルス光を分岐することで、所定方向と鉛直方向とにパルス光を出射しているので、上述の実施形態の距離測定装置では1つのレーザダイオードで構成することができ、構造を単純化することができる。図8は、請求項3に記載の発明に対応する実施形態を説明する図である。請求項3に記載の発明に対応する実施形態の距離測定装置は、第1のレーダ装置44と、第1のレーダ装置44に回転軸を介して、回転自在に配置された第2のレーダ装置45と、第2のレーダ装置45に付加するおもり46とから構成される。

【0044】なお、請求項3に記載の発明と、上述の実施形態との対応関係については、第1の送信手段は第1のレーダ装置44の送信機能に対応し、第2の送信手段は第2のレーダ装置45の送信機能に対応し、加重手段はおもり46に対応し、受信手段は第1のレーダ装置44および第2のレーダ装置45の受信機能に対応し、距離測定手段は第1のレーダ装置44および第2のレーダ装置45の測距機能に対応し、距離算出手段は第1のレーダ装置44および第2のレーダ装置45の演算機能に対応する。

【0045】第1のレーダ装置44は所定方向にパルス光を照射して、反射点Aまでの距離L1を測定する。第2のレーダ装置45はおもり46の作用で常に鉛直方向を向くため、鉛直方向にパルス光を照射して、反射点Bから装置までの高さL2を測定する。距離測定装置は距離L1と高さL2とを取り込み、水平距離L3 =  $(L1^2 - L2^2)^{1/2}$

に基づいて、所定方向に位置する反射点Aから装置直下の反射点Bまでの距離である水平距離L3を算出する。

【0046】このように、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、所

定方向に位置する反射点Aまでの距離 $L_1$ と、鉛直方向に位置する反射点Bまでの距離とを測定して、水平距離を即座に算出することができる。従来、距離測定装置を底面に配置して測定する場合、測定者は腰を屈めて、距離測定装置を底面に配置するという面倒な作業を行っていたが、上述の実施形態の距離測定装置では、その面倒な作業を一切省くことができ、安楽な姿勢で測定を行うことができる。

【0047】また、距離測定装置を配置する箇所は、平らで安定している必要があったが、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、直接底面の影響を受けることなく、測定することができる。さらに、底面上に位置する反射体と距離測定装置との間に、レーザ光を妨げる障害物があると測定を行うことができなかつたが、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、レーザ光が妨げられることがない限り、起伏のある場所でも容易に測定することができる。

【0048】また、従来、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定する場合、測定者は所定方向に位置する反射体を距離測定装置と同じ高さに配置するという面倒な作業を行っていた。しかし、上述の実施形態の距離測定装置では、間接的に水平距離を測定しているので、この面倒な作業を一切省くことができ、測定者は簡便に測定を行うことができる。

【0049】また、上述の実施形態の距離測定装置では、パルス光は所定方向と鉛直方向とに分岐され、所定方向と鉛直方向とに位置する地点に照射される。このパルス光の照射スポットにより、測定の基準点が指示されるので、測定するとき、測定者は、鉛直方向に位置する測定の基準点が容易にわかり、測定を的確かつ迅速に行うことができる。

【0050】図9は、請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の構成図である。図9において、本体31にスイッチ32が配置され、スイッチ32の接点はマイクロプロセッサ47の第1の入力端子に接続される。マイクロプロセッサ47の第1の出力端子はパルス駆動回路34aを介して、レーザダイオード35aの入力端子に接続される。

【0051】また、マイクロプロセッサ47の第2の出力端子はパルス駆動回路34bを介して、レーザダイオード35bの入力端子に接続される。レーザダイオード35a、35bから出射されて、外部から戻ってくるパルス光を受光する位置に受光器40が配置され、受光器40の出力端子は増幅回路41を介して、コンパレータ42の入力端子に接続される。

【0052】コンパレータ42の出力端子はマイクロプロセッサ47の第2の入力端子に接続される。マイクロプロセッサ47の第3の出力端子は表示部43の入力端

子に接続される。なお、請求項4～6に記載の発明と、上述の実施形態との対応関係については、送信手段1はレーザダイオード35aおよびレーザダイオード35bに対応し、受信手段2は受光器40に対応し、距離測定手段3はマイクロプロセッサ47およびコンパレータ42に対応し、距離算出手段5はマイクロプロセッサ47に対応する。

【0053】請求項9に記載の発明と、上述の実施形態との対応関係については、第1の送信手段はレーザダイオード35aに対応し、第2の送信手段はレーザダイオード35bに対応する。図10は、請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図である。

【0054】以下、上述の実施形態の動作を図9、図10を用いて説明する。測定者がスイッチを入れると、第1のレーザダイオード35aから第1の方向に向けてパルス光が発生する（ステップS1）。レーザダイオード35aから出射されたパルス光は、図5に示されるように、第1の方向に位置する反射点Cで反射して戻り、受光器40で受光され、受光信号に変換される（ステップS2）。

【0055】受光信号は増幅回路41で増幅され、コンパレータ42は受光信号を受光タイミング信号に変換する（ステップS3）。マイクロプロセッサ47はパルス光発生から受光タイミング信号受信までの時間を測定し、第1の反射点Cまでの距離 $L_4$ を算出する（ステップS4）。第2のレーザダイオード35bから、第1の方向より角度 $\theta a$ 離れた第2の方向に向けて、パルス光が発生する（ステップS5）。

【0056】レーザダイオード35bから出射されたパルス光は第2の方向に位置する第2の反射点Dで反射して戻り、受光器40で受光され、受光信号に変換される（ステップS6）。受光信号は増幅回路41で増幅され、コンパレータ42は受光信号を受光タイミング信号に変換する（ステップS7）。

【0057】マイクロプロセッサ47はパルス光発生から受光タイミング信号受信までの時間を測定し、第2の反射点Dまでの距離 $L_5$ を算出する（ステップS8）。マイクロプロセッサ47は角度 $\theta a$ と距離 $L_4$ と距離 $L_5$ とを用いて、

$$\text{距離 } L_6 = (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、第1の反射点Cから第2の反射点Dまでの距離である所望の2点間の距離 $L_6$ を算出し、

$$\text{水平距離 } L_7 = |L_4 - L_5 \cdot \cos \theta a| \cdot L_4 / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、第1の反射点Cから装置直下の地点Eまでの水平距離 $L_7$ を算出し、

$$\text{高さ } L_8 = L_4 \cdot L_5 \cdot \sin \theta a / (L_4^2 + L_5^2 - 2 \cdot L_4 \cdot L_5 \cdot \cos \theta a)^{1/2}$$

に基づいて、装置直下の地点Eから距離測定装置までの高さL8を算出する。

【0058】そして、表示部43はこれらの距離を表示する(ステップS9)。このように、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を測定したい高さに保持したまま、第1の方向に位置する第1の反射点Cまでの距離と、第1の方向から所定角度 $\theta a$ 離れた第2の方向に位置する第2の反射点Dまでの距離とを測定して、「第1の反射点から第2の反射点までの距離」と「水平距離」と「距離測定装置の高さ」とを即座に算出することができる。

【0059】従来、距離測定装置を底面に配置して測定する場合、測定者は腰を屈めて、距離測定装置を底面に配置するという面倒な作業を行っていたが、上述の実施形態の距離測定装置では、その面倒な作業を一切省くことができ、安楽な姿勢で測定を行うことができる。また、距離測定装置を配置する箇所は、平らで安定している必要があったが、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を測定したい高さに保持したまま測定するので、直接底面の影響を受けることなく、測定することができる。さらに、底面上に位置する反射体と距離測定装置との間に、レーザ光を妨げる障害物があると測定を行うことができなかったが、上述の実施形態の距離測定装置では、距離測定装置を測定したい高さに保持したまま測定するので、レーザ光が妨げられることがない限り、起伏のある場所でも容易に測定することができる。

【0060】また、従来、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定する場合、測定者は所定方向に位置する反射体を距離測定装置と同じ高さに配置するという面倒な作業を行っていた。しかし、上述の実施形態の距離測定装置では、間接的に水平距離を測定しているので、この面倒な作業を一切省くことができ、測定者は簡便に測定を行うことができる。

【0061】また、上述の実施形態の距離測定装置では、パルス光は第1の方向と第2の方向とに分岐され、第1の方向と第2の方向とに位置する反射点C、Dに照射される。このパルス光の照射スポットにより、測定の基準点が指示されるので、「第1の反射点から第2の反射点までの距離」を測定するとき、測定者は、測定の基準点が容易にわかり、測定を的確かつ迅速に行うことができる。

【0062】なお、上述した3つの実施形態ではパルス光の伝搬遅延に基づいて、距離を測定しているが、連続したレーザ光を照射し、その反射光の位相に基づいて、距離を測定してもよい。また、上述した請求項3に記載の発明に対応する実施形態と、請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態とは、測定波としてレーザ光を使用しているが、それに限定されるものではなく、反射する性質を持つ測定波ならば、利用可能である。例

えば、音波、電磁波、光などが利用できる。

【0063】また、上述した請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の距離測定装置では、水平距離L3を測定したが、それに限定されず、所定方向に位置する反射点までの距離L1と所定方向と鉛直方向とがなす角度 $\theta$ とを取り込み、

$$\text{高さ} L2 = L1 \cdot \cos \theta$$

に基づいて、距離測定装置の高さL2の算出もできる。

【0064】また、上述した請求項3に記載の発明に対応する実施形態の距離測定装置では、2つのレーザ装置を用いて、所定方向と鉛直方向との距離を一緒に測定したが、単一のレーザ装置におもりを取り付け、装置の向きを順次変えることにより、所定方向と鉛直方向とを個別に測定してもよい。また、上述した請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の距離測定装置では、所定角度 $\theta a$ を固定して測定しているが、それに限定されるものではない。

【0065】例えば、第1の方向あるいは第2の方向を可変する角度可変機構と、第1の方向と第2の方向とがなす角度 $\theta a$ を検出する角度検出手段とを備えてもよい。このような構成により、測定者は第1の方向あるいは第2の方向を自在に設定することができるので、装置の設置位置や設置方向にかかわらず、所望の水平距離や所望の2点間の距離をより迅速に測定することができる。

【0066】また、上述した請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の距離測定装置では、請求項9に記載の発明の代わりに、請求項7または請求項8に記載の発明を使用してもよい。請求項7に記載の発明を使用した場合、送信手段は1つのレーザダイオードと、レーザダイオードの前方に斜めに配置されたハーフミラーとから構成される。このような構成では、レーザダイオードのパルス光は、ハーフミラーを介して分岐され、第1の方向と第2の方向とに同時に射出される。そして、第1の方向と第2の方向とに向けて、射出されたパルス光は外部からほぼ同時に戻ってくる。

【0067】そこで、分岐されたパルス光の射出11にそれぞれシャッタ(ビームセクタ)を設けて、これらのシャッタを交互に開閉することにより、第1の方向と第2の方向とに向けて、交互にパルス光を射出してもよい。または、シャッタを使用しない代わりに、2つの受光器を使用して、第1の方向と第2の方向とから戻るパルス光を個別に受光してもよい。

【0068】また、請求項8に記載の発明を使用した場合、送信手段は1つのレーザダイオードと、レーザダイオードから発生するパルス光が照射される位置に、回転自在に配置されたミラーと、パルス光を第1の方向と第2の方向とに反射させる角度にミラーを順次駆動するミラー駆動部とを備えて構成する。

【0069】

【発明の効果】請求項1に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、所定方向に位置する反射点までの距離と、所定方向と鉛直方向とがなす角度とを測定して、水平距離を即座に算出することができる。

【0070】従来、距離測定装置を底面に配置して測定する場合、測定者は腰を屈めて、距離測定装置を底面に配置するという面倒な作業を行っていたが、請求項1に記載の発明ではその面倒な作業を一切省くことができ、安楽な姿勢で測定を行うことができる。また、距離測定装置を配置する箇所が、平らで安定している必要があったが、請求項1に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、直接底面の影響を受けることなく、測定することができる。

【0071】さらに、底面上に位置する反射体と距離測定装置との間に、レーザ光を妨げる障害物があると測定を行うことができなかったが、請求項1に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定するので、レーザ光が妨げられることがない限り、起伏のある場所でも容易に測定することができる。

【0072】また、従来、距離測定装置を任意の高さに保持したまま測定する場合、測定者は所定方向に位置する反射体を距離測定装置と同じ高さに配置するという面倒な作業を行っていた。しかし、請求項1に記載の発明では間接的に水平距離を測定しているので、この面倒な作業を一切省くことができ、測定者は簡便に測定を行うことができる。

【0073】請求項2に記載の発明では、測定波であるレーザ光は所定方向と鉛直方向とに分岐され、所定方向と鉛直方向とに位置する地点に照射される。このレーザ光の照射スポットにより、測定の基準点が指示されるので、測定するとき、測定者は、鉛直方向に位置する測定の基準点が容易にわかり、測定を的確かつ迅速に行うことができる。

【0074】請求項3に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、所定方向に位置する第1の反射点までの距離と、鉛直方向に位置する第2の反射点から装置までの高さとを測定して、水平距離を即座に算出することができる。請求項4に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、第1の方向に位置する第1の反射点までの距離と、第1の方向から所定角度離れた第2の方向に位置する第2の反射点までの距離とを測定して、第1の反射点から第2の反射点までの距離を即座に算出することができる。

【0075】請求項5に記載の発明では、距離測定装置を任意の高さに保持したまま、第1の方向に位置する第1の反射点までの距離と、第1の方向から所定角度離れた第2の方向に位置する第2の反射点までの距離とを測定して、水平距離を即座に算出することができる。請求項6に記載の発明では、距離測定装置を測定したい高さに保持したまま、第1の方向に位置する第1の反射点ま

での距離と、第1の方向から所定角度離れた第2の方向に位置する第2の反射点までの距離とを測定して、距離測定装置の高さを即座に算出する。このため、距離測定装置と装置直下の地点との間に障害物が存在しても、正確に距離測定装置の高さを測定することができる。

【0076】請求項7に記載の発明では、ハーフミラーがレーザ光を分岐することで、第1の方向と第2の方向とにレーザ光を出射している。したがって、送信手段は1つの光源で構成することができ、構造を単純化することができる。また、同時にレーザ光を2方向に出射するので迅速に測定することができる。請求項8に記載の発明では、レーザ光を第1の方向と第2の方向とに順次出射するので、送信手段は1つの光源で構成することができ、構造を単純化することができる。

【0077】請求項9に記載の発明では、第1の送信手段と第2の送信手段とを用いて、第1の方向と第2の方向とに測定波を送信するので、音波、電磁波、光などの反射する性質を持つ測定波なら、確実に2方向に送信することができる。また、同時に測定波を2方向に送信するので迅速に測定することができる。このように、本発明を適用した距離測定装置では、従来と比較して、より簡便で、迅速に、より効率よく、2点間の距離を測定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に記載の発明の原理ブロック図である。

【図2】請求項2に記載の発明の原理ブロック図である。

【図3】請求項4～6に記載の発明の原理ブロック図である。

【図4】請求項1～3に記載の発明を説明する図である。

【図5】請求項4～6に記載の発明を説明する図である。

【図6】請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の構成図である。

【図7】請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図である。

【図8】請求項3に記載の発明に対応する実施形態を説明する図である。

【図9】請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の構成図である。

【図10】請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図である。

【図11】従来の距離測定を示す図である。

#### 【符号の説明】

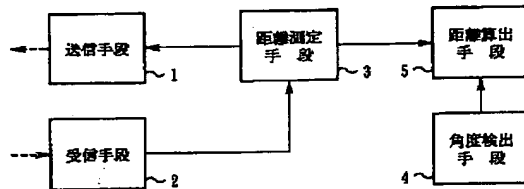
- 1 送信手段
- 2 受信手段
- 3 距離測定手段
- 4 角度検出手段

17

- 5 距離算出手段
- 6 ハーフミラー駆動部
- 7、36 ハーフミラー
- 31 本体
- 32 スイッチ
- 33、47 マイクロプロセッサ
- 34、34a、34b パルス駆動回路
- 35、35a、35b レーザダイオード
- 37 傾斜センサ
- 38 ミラー制御部

【図1】

請求項1に記載の発明の原理ブロック図

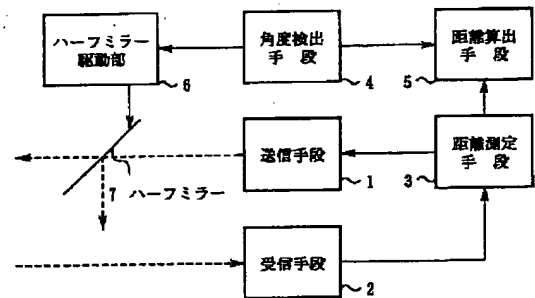


18

- 39 モータ
- 40 受光器
- 41 増幅回路
- 42 コンパレータ
- 43 表示部
- 44 第1のレーダ装置
- 45 第2のレーダ装置
- 46 おもり
- 51 距離測定装置
- 52 反射体

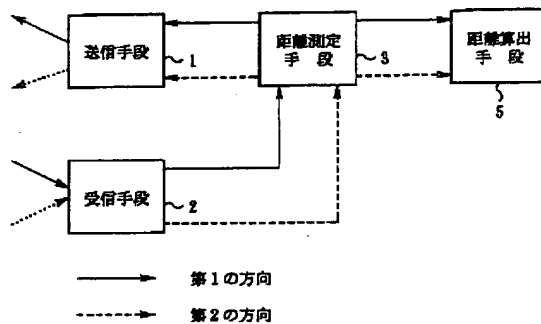
【図2】

請求項2に記載の発明の原理ブロック図



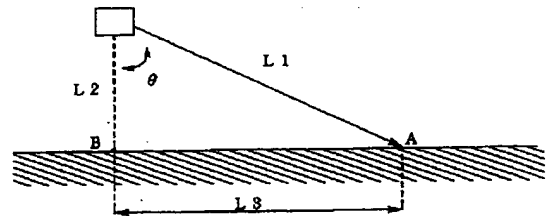
【図3】

請求項4～6に記載の発明の原理ブロック図



【図4】

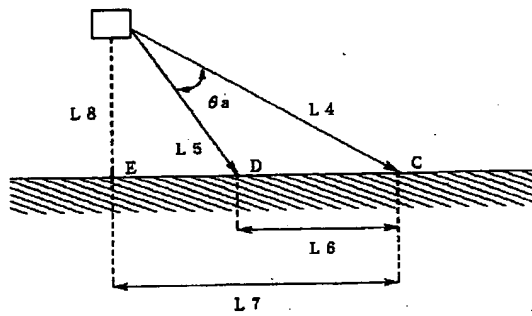
請求項1～3に記載の発明を説明する図





【図5】

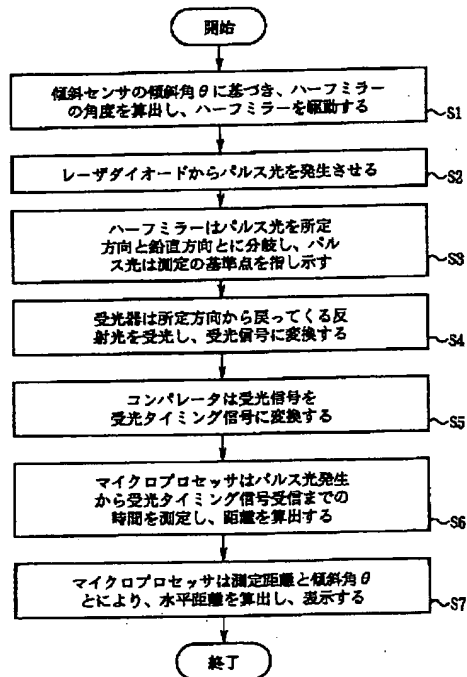
請求項4～6に記載の発明を説明する図



C: 第1の反射点  
D: 第2の反射点  
E: 第3の反射点

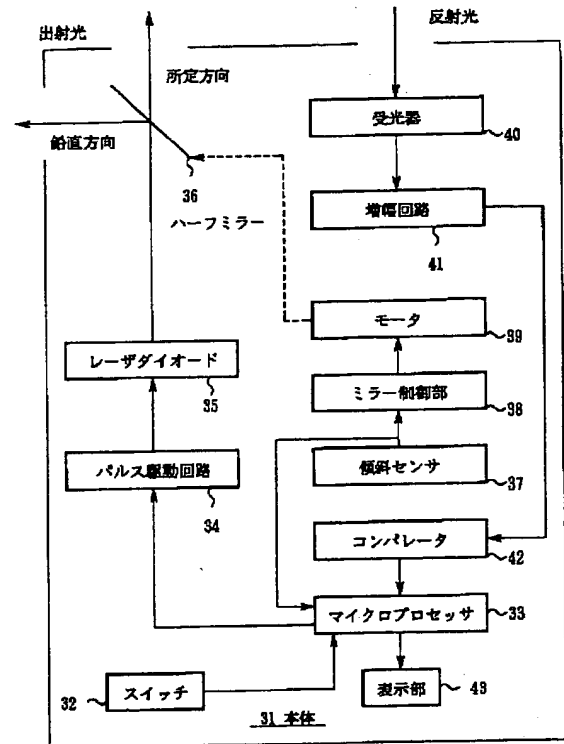
【図7】

請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図



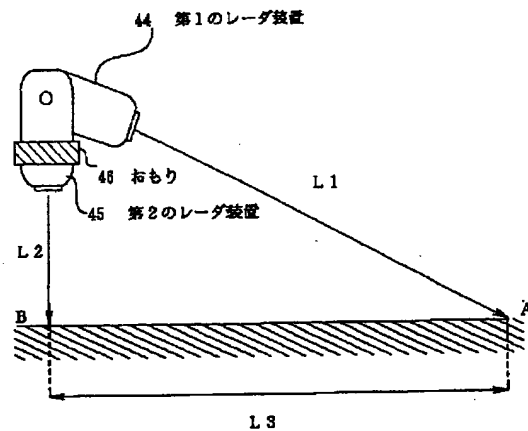
【図6】

請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態の構成図



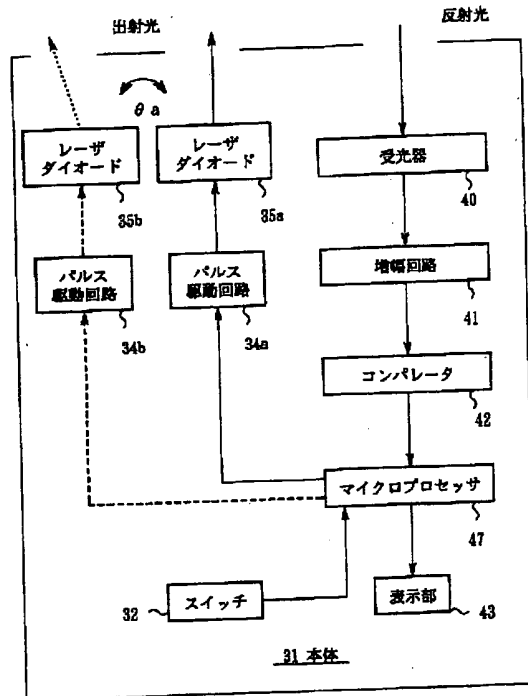
【図8】

請求項3に記載の発明に対応する実施形態を説明する図



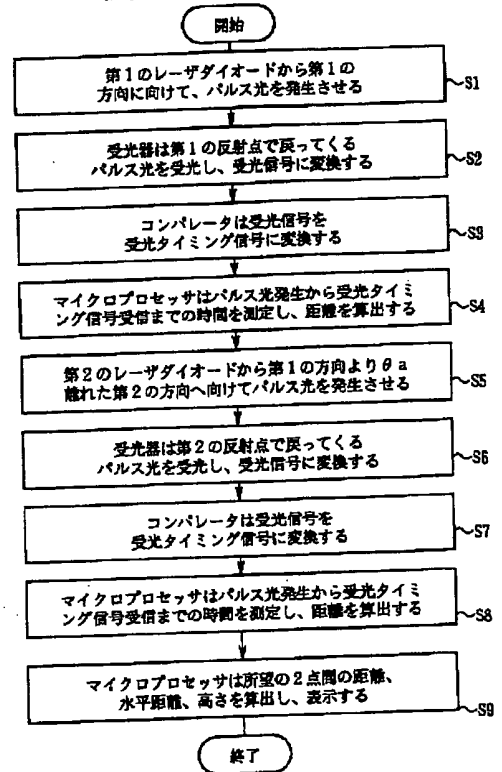
【図9】

請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の構成図



【図10】

請求項4～6、9に記載の発明に対応する実施形態の動作を示す流れ図



【図11】

従来の距離測定を示す図

(1)



(2)

